

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ РАСЧЕТЕ ВАЛКОВЫХ МЕХАНИЗМОВ

*А.Н.КИСЕЛЕВ, В.А.МАРТЫШЕНКО*

(Костромской государственной технологической университет)

Созданию методов расчета валковых механизмов отделочного оборудования на протяжении многих лет уделяется большое внимание. Их реализация на ПК позволяет получить полную картину состояния валкового модуля с валами произвольного конструктивного оформления с точки зрения прочности и жесткости, значительно сократить сроки проектирования оборудования, уменьшить затраты на изготовление опытного образца, проводить исследования по модернизации существующего и созданию нового эффективного оборудования.

Однако до настоящего времени автоматизированный расчет напряженно-деформированного состояния валов с покрытием производился лишь при квази-плоской постановке задачи, когда валы рассматривались как балки на упругом основании [1]. Определяемые при этом удельные погонные нагрузки в жале валов не дают реальной картины контактного взаимодействия валков с тканью или друг с другом, которое происходит не по линии, а по поверхности, и не позволяют учесть трение в зоне контакта.

Для решения контактной задачи в пространственной постановке при расчете двухвалкового модуля О-180 использова-

лась САЕ-система ANSYS, реализующая метод конечных элементов (МКЭ). Схема нагружения и закрепления валов О-180 при пробном расчете представлена на рис.1.

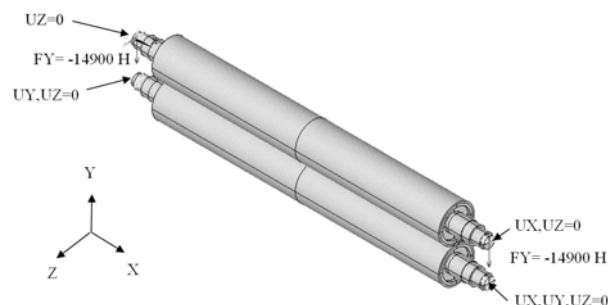


Рис. 1

Модуль упругости 1-го рода материала валов  $1,93 \cdot 10^5$  МПа, коэффициент Пуассона 0,29. Покрытие валов: модуль упругости 16 МПа, коэффициент Пуассона 0,3, коэффициент трения скольжения 0,2. Конечно-элементная сетка состояла из 495000 элементов (в том числе 5184 контактных элемента на каждой поверхности контакта) и 306000 узлов. Для большей точности расчета сетка в объеме покрытия выполнялась в полуавтоматическом режиме и состояла из гексагональных 8 узлов-

вых конечных элементов, в остальных конструктивных элементах валов сетка генерировалась в автоматическом режиме с использованием тетраэдрических конечных элементов. Для решения системы уравнений МКЭ использовался итерационный решатель, реализующий метод сопряженных градиентов, что ограничило объем используемой им памяти до 756 Мбайт. Время счета для ПК на базе Athlon 64 X2 5000 составило 57 мин, в том числе 43 мин времени центрального процессора. В результате расчета определялось распре-

деление контактного давления (Па) по площади пятна контакта (сжато по X) (рис. 2), а также в его продольном и поперечном (на конце вала) сечениях (рис. 3).

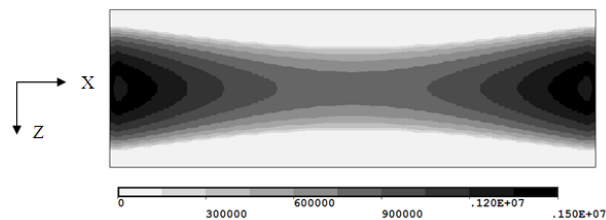


Рис. 2

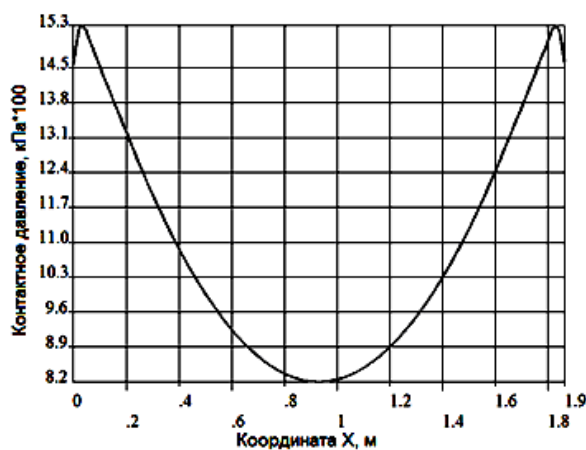


Рис. 3

Параллельно произведен расчет удельной погонной нагрузки программой ASDVM [1] при квазиплоской постановке задачи. Для сопоставления результатов контактное давление, рассчитанное в ANSYS, приводилось к удельной погонной нагрузке путем интегрирования эпюры контактного давления по ширине площадки контакта в каждом сечении. Для нахождения коэффициентов нагрузочной характеристики упругого покрытия валов, необходимых для расчета в программе ASDVM, производились вычислительные эксперименты по нагружению модели с указанными выше упругими параметрами покрытия (модуль упругости и коэффициент Пуассона) и расчету величины сближения валов. Полученная табличная зависимость аппроксимировалась степенной функцией.

Сравнение результатов расчета удельной погонной нагрузки в жале валов О-180 (рис. 4) показывает, что при числе узлов

сетки по ширине пятна контакта, равном 51, расхождение не превышает 4%, что можно считать удовлетворительным.

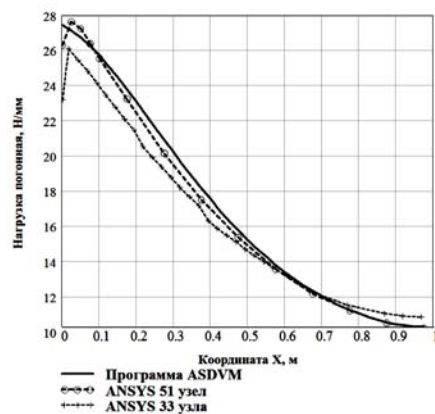


Рис. 4

На рис. 4 виден также краевой эффект уменьшения давления на конце вала, воспроизводимый только в пространственной модели. Расхождение интеграла погонной нагрузки по длине линии контакта (пло-

щадь под кривой на рис.4) с величиной нагрузки на валы для программы ASDVM составляет 1,1%, для модели ANSYS – 0,5%, что позволяет говорить о большей точности решения в последнем случае. Также следует отметить, что неравномерность погонной нагрузки, определяемая при решении квазиплоской задачи (2,7), дает сильно завышенную оценку реальной неравномерности по контактному давлению в продольном сечении (рис.3), не превышающей 1,87.

## ВЫВОДЫ

1. Проведен сравнительный расчет распределения удельной погонной нагрузки в жале валов О-180 с упругим покрытием при квазиплоской и пространственной постановке задачи.

2. Показано, что расхождение по удельной погонной нагрузке не превышает 4% на всей длине, причем решение задачи в пространственной постановке обеспечивает более точные результаты при приемлемых значениях времени счета.

3. Неравномерность погонной нагрузки, рассчитываемая при решении квазиплоской задачи, является сильно завышенной оценкой реальной неравномерности по контактному давлению.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Подъячев А.В.* Теоретические и прикладные аспекты проектирования валковых модулей машин текстильного отделочного производства: Дис... докт. техн. наук. – Кострома, 2003.

Рекомендована кафедрой сопротивления материалов. Поступила 30.06.08.

---